

Patent number: JP11312606  
Publication date: 1999-11-09  
Inventor: NAOHARA KAZUAKI  
Applicant: SUMITOMO HEAVY IND LTD  
Classification:  
- international: H01F6/04; F25B9/00; H01F6/06; H01L39/04  
- european:  
Application number: JP19980118696 19980428  
Priority number(s):

2

View INPADOC patent family

---

Also Published : JP11312606 (A)

---

**Abstract of JP11312606**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently cool a plurality of coils by independently cooling one coil of a split pair coils separately from the other coil by means of refrigerating machines.

**SOLUTION:** A magnet system is a magnet used for neutron beam diffraction and three concentric aluminum rings and a fan-shaped aluminum spacer are arranged in a coil gap. The outermost aluminum ring is fixed to the bobbin of each coil and two coils are mechanically connected to each other. The coils are thermally connected to a two-stage thermal load flange 5 made of copper as a whole and the second stage 6 of one refrigerating machine R1 is connected to the flange 5. A copper heat conductor 4 from the bottom face of a lower coil C2 is thermally connected to the second stage 6 of the other refrigerating machine R2 on the outside of the fan-shaped aluminum spacer. The first stages of the refrigerating machines R1 and R2 are thermally brought into contact with a heat-shield plate 7.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312606

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
H 0 1 F 6/04	Z A A	H 0 1 F 5/08 Z A A G
F 2 5 B 9/00		F 2 5 B 9/00 H
H 0 1 F 6/06	Z A A	H 0 1 L 39/04
H 0 1 L 39/04		H 0 1 F 5/08 Z A A C
		7/22 Z A A G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平10-118696

(22) 出願日 平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 直原 和哲

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重  
機械工業株式会社平塚事業所内

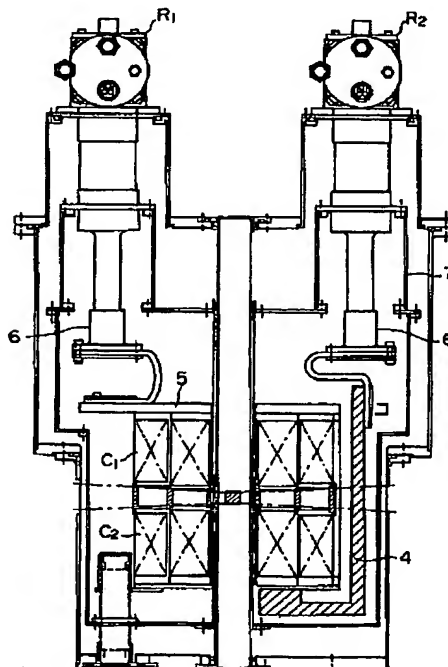
(74) 代理人 弁理士 大橋 勇 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スプリット型超電導コイルの冷却方法

(57) 【要約】

【課題】 冷凍機冷却型超電導マグネットにおいて、その超電導コイルがいわゆるスプリット型である場合、効率よくコイルを冷却可能な冷却方法を提供する。

【解決手段】 複数台の冷凍機により冷却される伝導冷却型超電導マグネットシステムにおいて、超電導コイルがスプリットペア型コイルであり、スプリットペアコイル  $C_1$  と  $C_2$  の一方のコイルと他方のコイルを別々の冷凍機  $R_1$  と  $R_2$  によって、それぞれ独立に冷却するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数台の冷凍機により冷却される伝導冷却型超電導マグネットシステムにおいて、超電導コイルがスプリットベア型コイルであって、スプリットベアコイルの一方のコイルと他方のコイルを別々の冷凍機によって、それぞれ独立に冷却することを特徴とするスプリット型超電導コイルの冷却方法。

【請求項2】 スプリットベア型コイルにおいて、コイルギャップ間にX線、中性子線などを透過させることを目的とした材質のリングなどを配したことを特徴とする請求項1記載のスプリット型超電導コイルの冷却方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスプリット型超電導コイルの冷却方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】冷凍機冷却型超電導マグネットシステムは主に、冷凍機、超電導コイル、電流リード、熱シールド板、真空容器によって構成される。冷凍機はいわゆる2段冷凍機が用いられ、最低到達温度が3～9Kの2段ステージで超電導コイルを、最低到達温度が数十Kの1段ステージで熱シールド板を冷却する構造となっている。大きなコイルでは、冷凍機1台では冷却が不可能である。したがって、コイルサイズや、熱シールド板のサイズに応じて冷凍機を複数台使用している。

【0003】図3に2台の冷凍機 $R_1$ と $R_2$ を使用したマグネットシステムの構造を示す。超電導コイル $a_1$ と $a_2$ は熱負荷フランジと呼ばれる銅盤 $b$ に熱接触されており、この熱負荷フランジ $f$ に冷凍機の2段ステージが熱接触されている。スプリット型超電導コイルは、(1)磁場分布を調整したり、磁場精度を良くするために用いられる場合と、(2)コイルギャップ間にX線や中性子線等のビームを通すために用いられる場合とがある。

【0004】前者の場合、コイルギャップ部に空間は必要がないために、巻き枠が一体構造でも良いし、ギャップ部にコイル外径と同程度のスペーサーを配置することが出来るので、2つのコイル $a_1$ と $a_2$ は熱的に十分に接続される。しかし、後者の場合、コイルギャップにビームを通す必要があるためにギャップ間に例えばX線を通すためには、GEPやBe、中性子線を通すためには、Al合金を配する必要がある。しかし、ビームの減衰の問題があるために、肉厚の物を配することは出来ない。さらに、このような材質は熱伝導が悪いために2つのコイルは熱絶縁されている。したがって、このようなコイルを図3に示したような方法で冷却しても、下側のコイルを十分に冷却することは出来ない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】冷凍機冷却型超電導マグネットにおいて、その超電導コイルがいわゆるスプリット型である場合、効率よく複数のコイルを冷却するこ

とを可能とする冷却方法を提供することを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】複数台の冷凍機により冷却される伝導冷却型超電導マグネットシステムにおいて、超電導コイルがスプリットベア型コイルであって、スプリットベアコイルの一方のコイルと他方のコイルを別々の冷凍機によって、それぞれ独立に冷却するようにした。又スプリットベア型コイルにおいて、コイルギャップ間にX線、中性子線などを透過させることを目的とした材質のリングなどを配した。

## 【0007】

【発明の実施の形態】本発明によるマグネットシステムの構成を図1に示す。本発明のマグネットシステムは、中性子線回折に用いられるマグネットで、コイルギャップは図2(b)に示すようにアルミ(A5083製)の3つの同心リング1a、1b、1cと扇形のアルミスペーサ2が配置されている。最外周のアルミリング1aはそれぞれのコイルの巻枠にネジ止めされ、2つのコイルは機械的に接続されている。コイル全体は図3と同様に銅製の2段熱負荷フランジ5(図1)に熱的に接続されており、一方の冷凍機 $R_1$ の2段ステージ6がこの熱負荷フランジ5に接続されている。他方の冷凍機 $R_2$ の2段ステージ6には図2に示す扇形のアルミスペーサ2の部分の外側に下側コイル $C_2$ の底面からの銅製の熱導体4と熱接続されている。すなわち、一方の冷凍機 $R_1$ は熱負荷フランジ5を介して上側のコイル $C_1$ を、又もう一方の冷凍機 $R_2$ は銅製の熱導体4を介して下側のコイル $C_2$ を冷却する構成とした。それぞれの冷凍機 $R_1$ 、 $R_2$ の1段ステージは熱シールド板7に熱接触されている。

## 【0008】

【発明の効果】上下2つのコイル $C_1$ と $C_2$ は、熱的には接続されていないので、下側コイル $C_2$ はコイルの外側に熱経路を設けて冷却する必要がある。何となれば内側に室温ボアがあるために冷却経路を設けることは難しいからである。従来の方法と同様に2台の冷凍機 $R_1$ と $R_2$ の2段ステージ6を銅製の熱負荷フランジ5に接続し、下側コイル $C_2$ を冷却するための熱導体4も熱負荷フランジ5に接続する方法も考えられる。しかしこれだと熱負荷フランジ5は2台の冷凍機 $R_1$ 、 $R_2$ で冷却されるために1台の冷凍機で冷却するよりも温度が下がることが予想されるが、上側コイル $C_1$ および下側コイル $C_2$ からの熱流を考えると、下側コイル $C_2$ からの熱流のほうが小さく、下側コイル $C_2$ を十分に冷却する事ができない。すなわち、この方法では2台の冷凍機 $R_1$ 、 $R_2$ をあわせた冷却能力の半分以上が上側コイル $C_1$ の冷却に用いられ、結果的に下側コイル $C_2$ は1台の冷凍機の冷却能力以下でしか冷却できない。これに対して、本発明ではおのおのの冷凍機 $R_1$ と $R_2$ が上下それぞれのコイル $C_1$ 、 $C_2$ を冷却するので、即ち上側コイル $C_1$ は冷凍機 $R_1$ で、又下側コイル $C_2$ は熱導性4を介し冷凍機 $R_2$ で冷却

するので、下側コイル $C_2$ も十分に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる冷却方法の説明図。

【図2】(a)はコイル縦断面図、(b)は(a)のA矢視断面図。

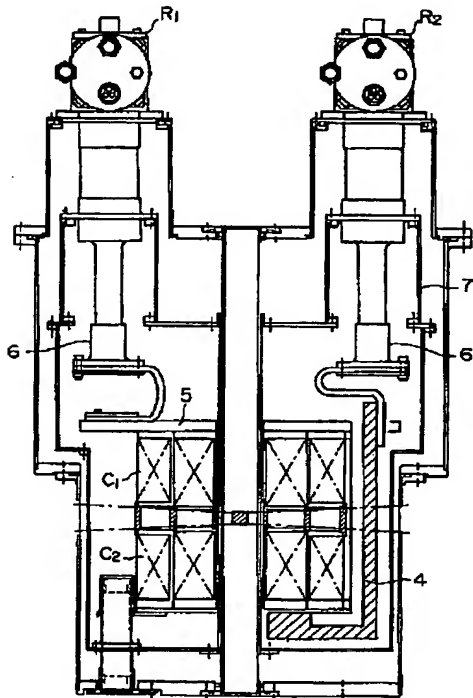
【図3】公知超電導コイルを示す。

\*

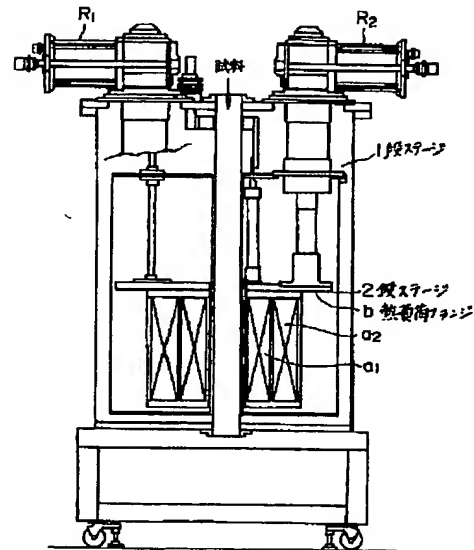
\*【符号の説明】

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1 リング          | 2 スペーサ         |
| 3a アルミリング      | 4 熱導体          |
| 5 熱負荷フランジ      | 6 2段ステージ       |
| 7 熱シールド板       |                |
| $C_1, C_2$ コイル | $R_1, R_2$ 冷凍機 |

【図1】

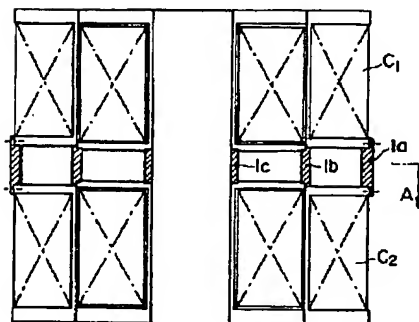


【図3】

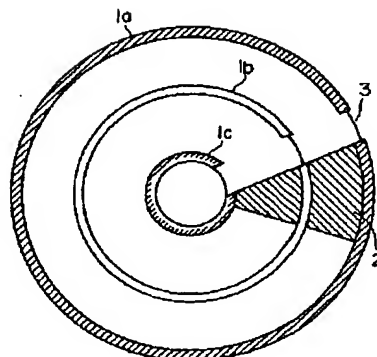


【図2】

(b)



(a)



A~